

Injection system for internal combustion engine, comprises pump to deliver fuel to common rail, regulating valve, control unit with two different characteristic regulators and pressure/speed data

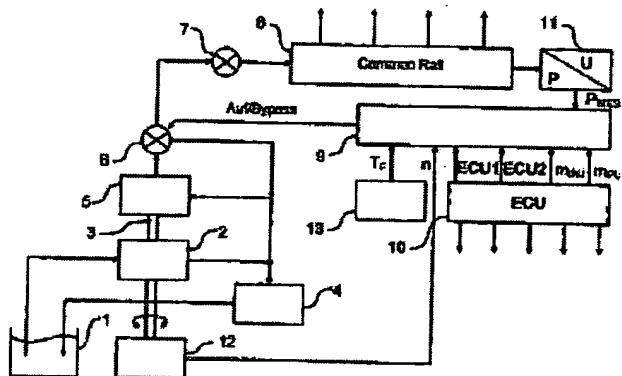
Patent number: DE10046577
Publication date: 2002-04-04
Inventor: ESER GERHARD (DE); HENN MICHAEL (DE)
Applicant: SIEMENS AG (DE)
Classification:
- **International:** F02M63/00
- **european:** F02M63/02C, F02D41/38C6
Application number: DE20001046577 20000920
Priority number(s): DE20001046577 20000920

Also published as:

FR2814203 (A)

Abstract of DE10046577

High and low pressure pumps (5,2) deliver fuel to a common rail (8) through a timed sequence on/off valve (6). The valve timing is determined by a control unit (9) which receives common rail pressure data (P_{mess}), engine speed data (n), fuel temperature (T_f) and is also connected to the electronic engine control unit (ECU). The valve control unit has two regulators giving fast or fine control according to requirement. Independent claims are made for methods used in the injection system.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

(19) BUNDESREPUBLIK

DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

Offenlegungsschrift

(10) DE 100 46 577 A 1

(51) Int. Cl. 7:

F 02 M 63/00

(21) Aktenzeichen: 100 46 577.3
(22) Anmeldetag: 20. 9. 2000
(43) Offenlegungstag: 4. 4. 2002

(11) Anmelder:
Siemens AG, 80333 München, DE

(12) Erfinder:
Eser, Gerhard, 93336 Altmannstein, DE; Henn,
Michael, Dr., 93059 Regensburg, DE

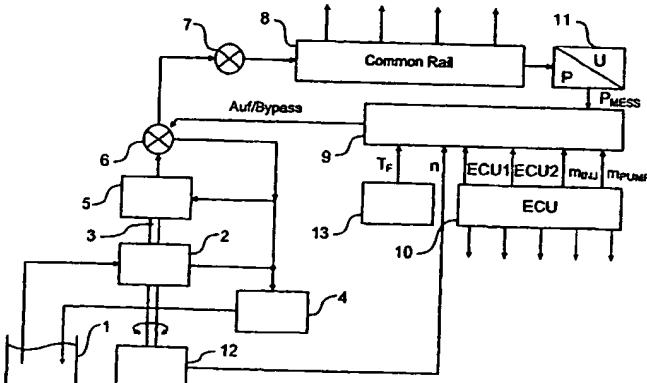
(56) Entgegenhaltungen:
DE 198 02 583 A1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

(54) Einspritzanlage sowie zugehöriges Betriebsverfahren

(57) Einspritzanlage für eine Brennkraftmaschine mit einer Pumpe (2) zur Förderung von Kraftstoff, einem der Pumpe (2) stromabwärts nachgeordneten steuerbaren Ventil (6) zur Einstellung des Kraftstoffdrucks, einer ausgangsseitig mit dem Ventil (6) verbundenen Steuer- bzw. Regeleinheit (9) zur Ansteuerung des Ventils (6), wobei die Steuer- bzw. Regeleinheit (9) eingangsseitig mit mindestens einem Sensor (11, 12, 13) verbunden ist, um das Ventil (6) in Abhängigkeit von einer das Betriebsverhalten der Einspritzanlage und/oder der Brennkraftmaschine wiedergebenden Messgröße (P_{MESS} , n) anzusteuern.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Einspritzanlage für eine Brennkraftmaschine gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1 sowie ein Verfahren zum Betrieb einer derartigen Einspritzanlage gemäß Anspruch 11.

[0002] Herkömmliche Common-Rail-Einspritzanlagen weisen zur Speicherung des unter Druck stehenden Kraftstoffs einen Druckspeicher (engl. common rail) auf, aus dem die den einzelnen Brennräumen der Brennkraftmaschine zugeordneten Injektoren mit Kraftstoff versorgt werden. Die Kraftstoffzufuhr zu dem Druckspeicher erfolgt hierbei durch eine Hochdruckpumpe, die über ein steuerbares Ventil mit dem Druckspeicher verbunden ist, wobei das zwischen der Hochdruckpumpe und dem Druckspeicher angeordnete Ventil eine Einstellung des in dem Druckspeicher herrschenden Kraftstoffdrucks ermöglicht. So kann das Ventil beispielsweise einen Teil des von der Hochdruckpumpe geförderten Kraftstoffstroms abzweigen und in den Niederdruckbereich der Einspritzanlage zurückführen, wenn der gewünschte Kraftstoffdruck erreicht oder überschritten ist. Bei einem Unterschreiten des gewünschten Kraftstoffdrucks in dem Druckspeicher leitet das zwischen der Hochdruckpumpe und dem Druckspeicher angeordnete Ventil dagegen den gesamten von der Hochdruckpumpe geförderten Kraftstoffstrom zu dem Druckspeicher weiter, damit möglichst schnell wieder der gewünschte Kraftstoffdruck in dem Druckspeicher erreicht wird. Das zwischen der Hochdruckpumpe und dem Druckspeicher angeordnete Ventil ermöglicht also eine Einstellung des in dem Druckspeicher herrschenden Kraftstoffdrucks, so dass dieses Ventil von einer Steuereinheit entsprechend der einzuspritzenden Kraftstoffpumpe angesteuert wird.

[0003] Nachteilig an diesen bekannten Einspritzanlagen ist jedoch die Tatsache, dass der Kraftstoffdruck in dem Druckspeicher nicht befriedigend eingestellt wird.

[0004] Der Erfindung liegt also die Aufgabe zugrunde, die vorstehend beschriebene bekannte Einspritzanlage dahingehend zu verbessern, dass der in dem Druckspeicher herrschende Kraftstoffdruck stets möglichst gut mit dem gewünschten Kraftstoffdruck übereinstimmt.

[0005] Diese Aufgabe wird, ausgehend von der vorstehend beschriebenen bekannten Einspritzanlage gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1, durch die kennzeichnenden Merkmale des Anspruchs 1 bzw. – hinsichtlich des Betriebsverfahrens – durch die Merkmale des Anspruchs 11 gelöst.

[0006] Die Erfindung umfasst die allgemeine technische Lehre, die Ansteuerung des zwischen der Hochdruckpumpe und dem Druckspeicher angeordneten Ventils in Abhängigkeit von einer Messgröße durchzuführen. Die Steuer- bzw. Regeleinheit zur Ansteuerung des Ventils ist deshalb eingangsseitig mit mindestens einem Sensor verbunden, der eine das Betriebsverhalten der Brennkraftmaschine und/oder der Einspritzanlage wiedergebende Messgröße erfasst.

[0007] So kann die Steuer- bzw. Regeleinheit eingangsseitig beispielsweise mit einem den Kraftstoffdruck in dem Druckspeicher erfassenden Drucksensor, einem die Drehzahl einer Welle der Brennkraftmaschine messenden Drehzahlsensor und/oder einem Temperatursensor verbunden sein, der die Temperatur des Kraftstoffs und/oder des Druckspeichers misst. Anstelle der vorstehend erwähnten Messgrößen oder zusätzlich zu diesen können jedoch auch andere Messgrößen zur Ansteuerung des Ventils herangezogen werden.

[0008] Der Begriff Steuer- bzw. Regeleinheit ist im Rahmen der Erfindung allgemein zu verstehen und umfasst Steuerungen ohne eine Rückkopplung sowie Regelungen, bei denen das Ausgangssignal zu Regelzwecken rückgekoppelt wird.

pelt wird.

[0009] In der bevorzugten Ausführungsform der Erfindung weist die Steuer- bzw. Regeleinheit jedoch zwei Regler mit unterschiedlicher Regeldynamik auf. Dies bietet den Vorteil, dass die Steuer- bzw. Regeleinheit einerseits genau und andererseits schnell auf veränderte Randbedingungen reagieren kann.

[0010] Andere vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen gekennzeichnet bzw. werden nachstehend zusammen mit der Beschreibung des bevorzugten Ausführungsbeispiels der Erfindung anhand der Figuren erläutert. Es zeigen:

[0011] Fig. 1 eine erfindungsgemäße Einspritzanlage.

[0012] Fig. 2 die Steuer- bzw. Regeleinheit der in Fig. 1 dargestellten Einspritzanlage als Blockschaltbild,

[0013] Fig. 3a,

[0014] Fig. 3b das Betriebsverfahren der in Fig. 1 dargestellten Einspritzanlage als Flussdiagramm.

[0015] Die in Fig. 1 als bevorzugtes Ausführungsbeispiel der Erfindung dargestellte Einspritzanlage weist zur Förderung von Kraftstoff aus einem Kraftstofftank 1 eine Niederdruckpumpe 2 auf, die von einer Antriebswelle 3 der Brennkraftmaschine angetrieben wird. Alternativ zu dieser Antriebsweise kann die Niederdruckpumpe 2 jedoch auch von einem separaten Elektromotor angetrieben werden.

[0016] Ausgangsseitig ist die Niederdruckpumpe 2 mit einem Niederdruckregler 4 verbunden, der beim Überschreiten eines vorgegebenen Kraftstoffdrucks im Niederdruckbereich der Einspritzanlage einen Teil des von der Niederdruckpumpe 2 geförderten Kraftstoffstroms abzweigt und in den Kraftstofftank 1 zurückführt. Beim Unterschreiten des vorgegebenen Kraftstoffdrucks in dem Niederdruckbereich der Einspritzanlage sperrt der Niederdruckregler 4 dagegen, so dass kein Kraftstoff aus dem Niederdruckbereich zurück in den Kraftstofftank 1 geführt wird, was zu einem raschen Einstieg des Kraftstoffdrucks in den Niederdruckbereich der Einspritzanlage führen soll. Die Niederdruckpumpe 2 ist stromabwärts mit einer Hochdruckpumpe 5 verbunden, die den zur Einspritzung des Kraftstoffs in die Brennräume der Brennkraftmaschine erforderlichen Einspritzdruck erzeugt und ausgangsseitig über ein Bypass-Ventil 6 und ein Rückschlagventil 7 mit einem Druckspeicher 8 (engl. common rail) verbunden ist. Aus dem Druckspeicher 8 werden sämtliche Injektoren der Brennkraftmaschine mit Kraftstoff versorgt, wobei die Zuführungen zu den Injektoren hierbei nur schematisch dargestellt sind.

[0017] Das Rückschlagventil 7 hat hierbei die Aufgabe, ein Zurückströmen von Kraftstoff aus dem Druckspeicher 8 in Richtung des Bypass-Ventils 6 zu verhindern.

[0018] Im Gegensatz dazu dient das Bypass-Ventil 6 zur Steuerung des in dem Druckspeicher 8 herrschenden Kraftstoffdrucks. Unterschreitet der in dem Druckspeicher 8 herrschende Kraftstoffdruck beispielsweise den gewünschten Kraftstoffdruck, so leitet das Bypass-Ventil 6 den gesamten von der Hochdruckpumpe 5 geförderten Kraftstoffstrom über das Rückschlagventil 7 in den Druckspeicher 8, so dass der Kraftstoffdruck in dem Druckspeicher 8 relativ schnell ansteigt. Falls der in dem Druckspeicher 8 herrschende Kraftstoffdruck dagegen den gewünschten Kraftstoffdruck übersteigt, so leitet das Bypass-Ventil 6 den von der Hochdruckpumpe 5 geförderten Kraftstoffstrom ganz oder teilweise in den Niederdruckbereich der Einspritzanlage zurück, so dass der Kraftstoffdruck in dem Druckspeicher 8 relativ schnell wieder abfällt.

[0019] Die Ansteuerung des Bypass-Ventils 6 erfolgt hierbei durch eine Steuer- bzw. Regeleinheit 9, die eingangsseitig mit der elektronischen Motorsteuerung ECU (electronic control unit) verbunden ist, wobei die elektronische Motor-

steuerung beispielsweise die Injektoren der Einspritzanlage ansteuert, was in der Zeichnung nur schematisch dargestellt ist.

[0020] Weiterhin ist die Steuer- bzw. Regeleinheit 9 mit einem Drucksensor 11 verbunden, der den in dem Druckspeicher 8 herrschenden Kraftstoff P_{MESS} erfasst.

[0021] Darüber hinaus ist die Steuer- bzw. Regeleinheit 9 mit einem Drehzahlsensor 12 verbunden, der die Drehzahl der Antriebswelle 3 misst.

[0022] Schließlich ist noch ein Temperatursensor 13 vorgesehen, der die Temperatur T_F des Kraftstoffs in dem Druckspeicher 8 misst und den Messwert an die Steuer- bzw. Regeleinheit 9 weiterleitet.

[0023] Im folgenden wird nun das Betriebsverfahren der Steuereinheit 9 dargestellt, wobei auf die in Fig. 2 wiedergegebene Detaildarstellung der Steuer- bzw. Regeleinheit 9 sowie auf das in den Fig. 3a und 3b dargestellte Flussdiagramm Bezug genommen wird.

[0024] Die Steuer- bzw. Regeleinheit 9 besteht im wesentlichen aus zwei Reglern 14, 15, wobei der Regler 15 eine langsame Regeldynamik aufweist und den in dem Druckspeicher 8 herrschenden Kraftstoffdruck möglichst genau einstellen soll, während der Regler 14 als Vorsteuerung dient und deshalb eine schnelle Regeldynamik aufweist, um die Fördermenge möglichst schnell an veränderte Randbedingungen anpassen zu können.

[0025] Das Regelverfahren des Reglers 15 ist im wesentlichen in Fig. 3a wiedergegeben, während das Regelverhalten des Reglers 14 im wesentlichen aus Fig. 3b ersichtlich ist.

[0026] Im folgenden wird nun zunächst das Regelverhalten des Reglers 14 beschrieben.

[0027] Der Regler 14 weist eingangsseitig zwei Recheneinheiten 16, 17 auf, die von dem Drehzahlsensor 12 die Drehzahl n und von der elektronischen Motorsteuerung 10 die eingespritzte Kraftstoffmasse m_{INJ} aufnehmen und in Abhängigkeit von diesen beiden Messwerten den Sollwert P_{SOLL1} bzw. P_{SOLL2} des Kraftstoffdrucks berechnen, wobei die beiden Sollwerte P_{SOLL1} und P_{SOLL2} verschiedenen Betriebsarten der Brennkraftmaschine entsprechen. Zur Auswahl des gewünschten Sollwerts entsprechend der jeweiliigen aktuellen Betriebsart der Brennkraftmaschine ist den beiden Recheneinheiten 16, 17 deshalb ein steuerbares Schaltelement 18 nachgeschaltet, welches das Ausgangssignal einer der beiden Recheneinheiten 16, 17 auswählt, wobei das Schaltelement 18 über eine Steuerleitung ECU2 von der elektronischen Motorsteuerung 10 angesteuert wird.

[0028] Ausgangsseitig ist das Schaltelement 18 mit einem weiteren Schaltelement 19 verbunden, das wahlweise den berechneten Sollwert P_{SOLL1} bzw. P_{SOLL2} oder einen vorgegebenen, zu Testzwecken dienenden Sollwert $P_{SOLL, TEST}$ auswählt, wobei die Ansteuerung des Schaltelements 19 über eine Steuerleitung ECU1 von der elektronischen Motorsteuerung 10 erfolgt. Am Ausgang des Schaltelements erscheint also der jeweilige Sollwert für den in dem Druckspeicher 8 herrschenden Kraftstoffdruck.

[0029] Dieser Sollwert P_{SOLL} wird nachfolgend einer Recheneinheit 20 zugeführt, die eingangsseitig mit dem Temperatursensor 13 verbunden ist und in Abhängigkeit von dem Sollwert P_{SOLL} des Kraftstoffdrucks und der Temperatur T_F des Kraftstoffs den Sollwert $m_{SOLL, 1}$ der Kraftstoffmasse berechnet, die sich in dem Druckspeicher 8 befinden sollte. Dieser Sollwert m_{SOLL} wird nachfolgend einem Subtrahierer 21 zugeführt, der von dem Sollwert m_{SOLL} einen theoretisch berechneten Ist-Wert m_{CALC} subtrahiert. Die auf diese Weise gewonnene Differenz wird anschließend einem Addierer 22 zugeführt, der hierzu die eingespritzte Kraftstoffmasse m_{INJ} addiert, so dass am Ausgang des Addierers 22 die Differenz Δm zwischen dem Sollwert m_{SOLL} der

Kraftstoffmasse und dem theoretisch berechneten Ist-Wert m_{CALC} der Kraftstoffmasse zuzüglich der eingespritzten Kraftstoffmasse m_{INJ} erscheint.

[0030] Weiterhin weist der Regler 14 eine Recheneinheit 23 auf, die aus dem Wert Δm , der eingespritzten Kraftstoffmasse m_{INJ} und der von der Hochdruckpumpe 5 zu dem Druckspeicher 8 geförderten Kraftstoffmasse m_{PUMP} den theoretischen Ist-Wert m_{CALC} der in dem Druckspeicher 8 befindlichen Kraftstoffmasse berechnet. Dieser theoretisch berechnete Wert wird anschließend noch einer Korrekturreihe 24 zugeführt, um das ECU-Sampling zu berücksichtigen. Anschließend wird das Signal m_{CALC} noch einem weiteren Korrekturglied 25 zugeführt, das die Totzeit des Bypass-Ventils 6 berücksichtigt. Am Ausgang des Korrekturgliedes 25 erscheint also die theoretisch berechnete Masse m_{CALC} , die sich in dem Druckspeicher 8 befindet.

[0031] Im folgenden wird nun das Regelverhalten des Reglers 15 beschrieben, wobei insbesondere auf das Flussdiagramm in Fig. 3b Bezug genommen wird.

[0032] So weist der Regler 15 eingangsseitig eine Recheneinheit 26 auf, die aus der Temperatur T_F des Kraftstoffs und dem von dem Drucksensor 11 gemessenen Kraftstoffdrucks P_{MESS} die in dem Druckspeicher 8 befindliche Kraftstoffmasse m_{MESS} berechnet. Dieser Messwert m_{MESS} wird anschließend einem Subtrahierer 27 zugeführt, der die Differenz zwischen dem theoretisch berechneten Massenwert m_{CALC} und dem aus der Messung resultierenden Massenwert m_{MESS} berechnet.

[0033] Ausgangsseitig ist der Subtrahierer 27 mit einem Mittelwertglied 28 verbunden, das von der durch den Subtrahierer 27 berechneten Differenz den gleitenden Mittelwert über eine Segmentzeit der Brennkraftmaschine berechnet. Das der Mittelwertbildung unterzogene Signal wird dann einem PI-Regler 29 zugeführt, der das Regelverhalten definiert und ausgangsseitig eine Regelgröße m_{Regel} bereitstellt, die in einem Addierer 30 mit der von dem Regler 14 berechneten Größe zusammengeführt wird, so dass am Ausgang des Addierers 30 die von der Hochdruckpumpe 5 zu fördernde Kraftstoffmasse m_{PUMP} erscheint.

[0034] Ausgangsseitig ist der Addierer 30 mit einem Umsetzer 31 verbunden, der in Abhängigkeit von der eingangsseitig anliegenden Kraftstoffmasse m_{PUMP} das Bypass-Ventil 6 entsprechend ansteuert.

[0035] Die Erfindung ist nicht auf das vorstehend beschriebene bevorzugte Ausführungsbeispiel beschränkt. Vielmehr ist eine Vielzahl von Varianten und Abwandlungen denkbar, die von dem erfindungsgemäßen Gedanken Gebrauch machen und deshalb ebenfalls in den Schutzbereich fallen.

Patentansprüche

1. Einspritzanlage für eine Brennkraftmaschine, mit einer Pumpe (2) zur Förderung von Kraftstoff, einem der Pumpe (2) stromabwärts nachgeordneten steuerbaren Ventil (6) zur Einstellung des Kraftstoffdrucks,

einer ausgangsseitig mit dem Ventil (6) verbundenen Steuer- bzw. Regeleinheit (9) zur Ansteuerung des Ventils (6), dadurch gekennzeichnet, dass die Steuer- bzw. Regeleinheit (9) eingangsseitig mit mindestens einem Sensor (11, 12, 13) verbunden ist, um das Ventil (6) in Abhängigkeit von einer das Betriebsverhalten der Einspritzanlage und/oder der Brennkraftmaschine wiedergebenden Messgröße (P_{MESS}, n) anzusteuern.

2. Einspritzanlage nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuer- bzw. Regeleinheit (9) eingangsseitig mit einem Drucksensor (11) verbunden ist,

der den Kraftstoffdruck in einem der Pumpe (2) stromabwärts nachgeordneten Druckspeicher (8) misst.

3. Einspritzanlage nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuer- bzw. Regeleinheit (9) eingangsseitig mit einem Drehzahlsensor (12) verbunden ist, der die Drehzahl einer Welle (3) der Brennkraftmaschine misst.

4. Einspritzanlage nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuer- bzw. Regeleinheit (9) eingangsseitig mit einem Temperatursensor (13) verbunden ist, der die Kraftstofftemperatur misst.

5. Einspritzanlage nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuer- bzw. Regeleinheit (9) zwei Regler (14, 15) mit unterschiedlicher Regeldynamik aufweist, um bei der Ansteuerung des Ventils (6) einerseits genau und andererseits schnell auf veränderte Randbedingungen reagieren zu können.

6. Einspritzanlage nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass der Regler (14) mit der größeren Regeldynamik eine Recheneinheit (20) aufweist, die aus einem vorgegebenen Soll-Kraftstoffdruck (P_{SOLL}) und der von dem Temperatursensor (13) gemessenen Temperatur (T_F) die Soll-Kraftstoffmasse (m_{SOLL}) in dem 25 Druckspeicher (8) berechnet.

7. Einspritzanlage nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass der Regler (14) mit der größeren Regeldynamik eine Recheneinheit (16, 17) aufweist, die eingangsseitig mit dem Drehzahlsensor (12) verbunden ist und aus der gemessenen Drehzahl (n) und der eingespritzten Kraftstoffmasse (m_{INJ}) den Soll-Kraftstoffdruck (P_{SOLL}) berechnet.

8. Einspritzanlage nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass der Regler (14) mit der größeren Regeldynamik eine Recheneinheit (23) aufweist, die aus der vorgegebenen eingespritzten Kraftstoffmasse (m_{INJ}) und der von der Pumpe geförderten Kraftstoffmasse (m_{PUMP}) die theoretische Kraftstoffmasse (m_{CALC}) in dem Druckspeicher (8) berechnet.

9. Einspritzanlage nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass der Regler (14) mit der größeren Regeldynamik eine Vergleichereinheit oder einen Subtrahierer (21) aufweist, welche die Soll-Kraftstoffmasse (m_{SOLL}) mit der berechneten theoretischen Kraftstoffmasse (m_{CALC}) vergleicht.

10. Einspritzanlage nach mindestens einem der Ansprüche 6 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass der Regler (14) mit der größeren Regeldynamik ein Totzeitglied (25) aufweist, um die Totzeit des Ventils (6) zu berücksichtigen.

11. Einspritzanlage nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Regler (15) mit der geringeren Regeldynamik eine Recheneinheit (26) aufweist, die eingangsseitig mit dem Temperatursensor (13) und dem Drucksensor (11) verbunden ist und aus dem gemessenen Kraftstoffdruck (P_{MESS}) und der gemessenen Temperatur (T_F) die Kraftstoffmasse (m_{MESS}) in dem Druckspeicher (8) berechnet.

12. Einspritzanlage nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass der Regler (15) mit der geringeren Regeldynamik eine Vergleichereinheit oder einen Subtrahierer (27) aufweist, welche die aus den Messwerten berechnete Kraftstoffmasse (m_{MESS}) in dem Druckspeicher (8) mit der theoretischen Kraftstoffmasse (m_{CALC}) vergleicht.

13. Verfahren zum Betrieb einer Einspritzanlage nach

einem der vorhergehenden Ansprüche, mit den folgenden Schritten:

Erfassung einer das Betriebsverhalten der Brennkraftmaschine und/oder der Einspritzanlage wiedergehenden Messgröße,

Berechnung der von der Pumpe (2) zu fördernden Kraftstoffmasse in Abhängigkeit von der Messgröße, Ansteuerung des Ventils (6) in Abhängigkeit von der durch die Pumpe (2) zu fördernden Kraftstoffmasse.

14. Verfahren nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass die von der Pumpe (2) zu fördernde Kraftstoffmasse geregelt wird.

15. Verfahren nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass die von der Pumpe (2) zu fördernde Kraftstoffmasse durch zwei Regler (14, 15) mit unterschiedlicher Regeldynamik geregelt wird.

16. Verfahren nach Anspruch 14 oder 15, dadurch gekennzeichnet, dass die von der Pumpe (2) zu fördernde Kraftstoffmasse in Abhängigkeit von der Drehzahl, der Kraftstofftemperatur, der eingespritzten Kraftstoffmasse und/oder der Kraftstoffdrucks geregelt wird.

17. Verfahren nach mindestens einem der Ansprüche 13 bis 16, dadurch gekennzeichnet, dass der Kraftstoffdruck in dem Druckspeicher (8) gemessen wird, wobei die von der Pumpe (2) zu fördernde Kraftstoffmasse in Abhängigkeit von der Abweichung des gemessenen Kraftstoffdrucks gegenüber einem vorgegebenen Soll-Kraftstoffdruck bestimmt wird.

18. Verfahren nach mindestens einem der Ansprüche 13 bis 17, dadurch gekennzeichnet, dass die Temperatur des Kraftstoffs gemessen wird und die von der Pumpe (2) zu fördernde Kraftstoffmasse in Abhängigkeit von der gemessenen Temperatur des Kraftstoffs und dem gemessenen Kraftstoffdruck bestimmt wird.

Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen

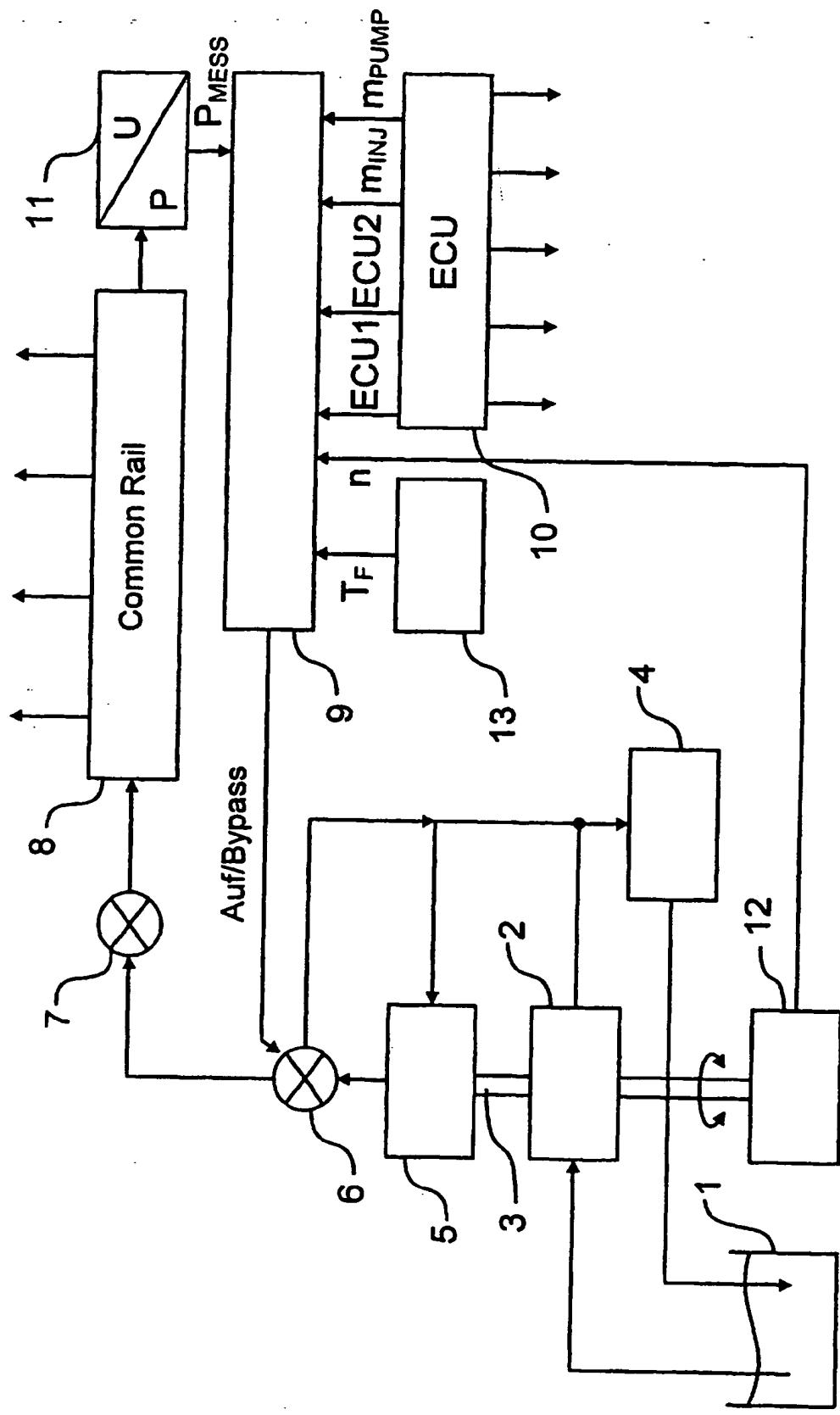


Fig. 1

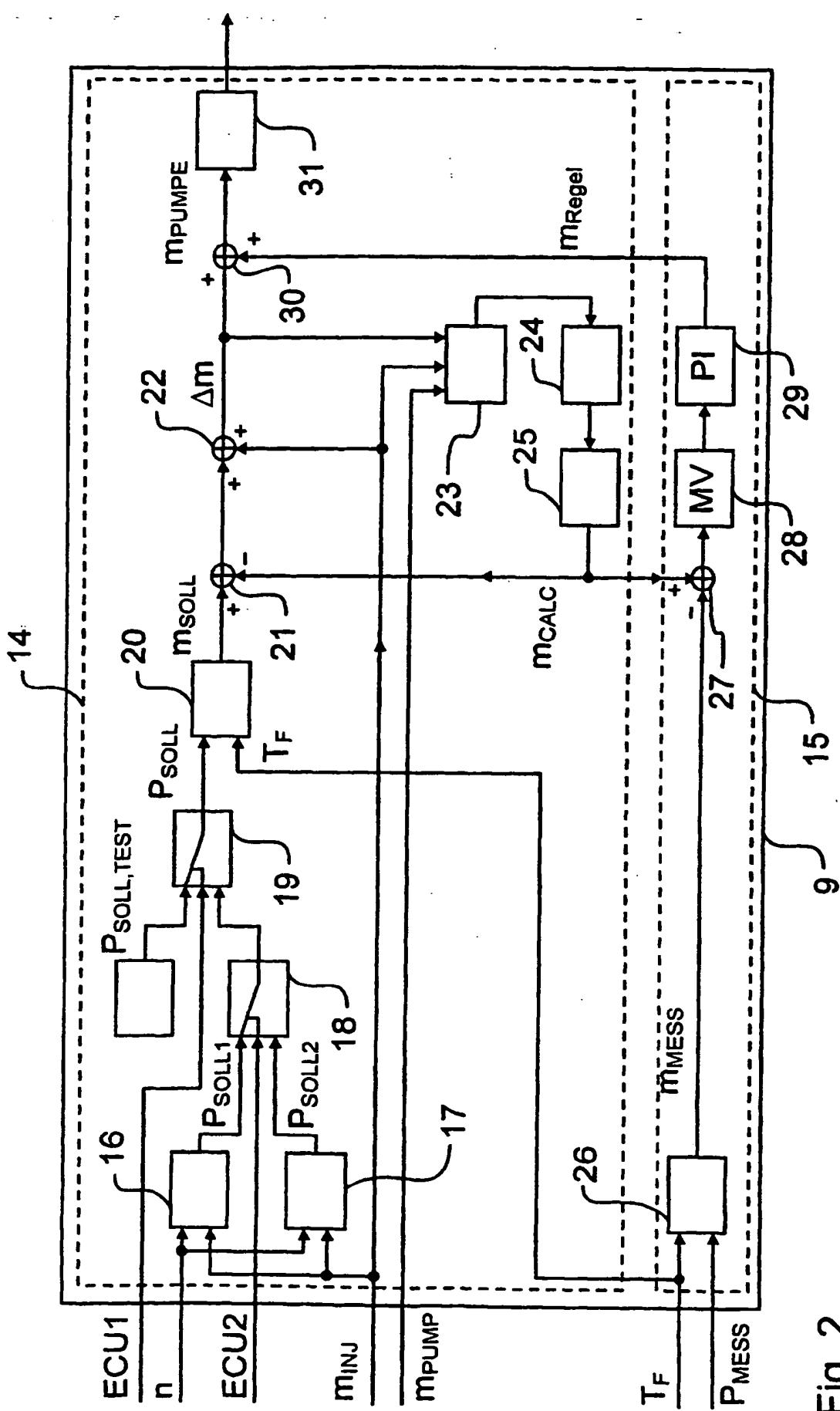


Fig. 2

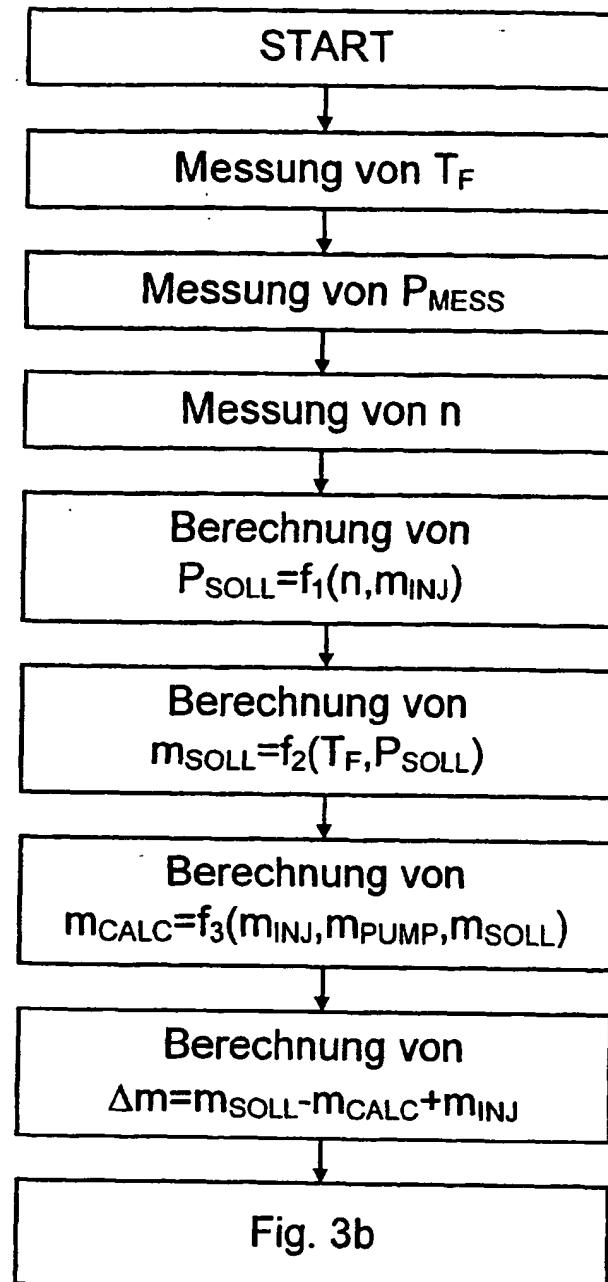


Fig. 3a

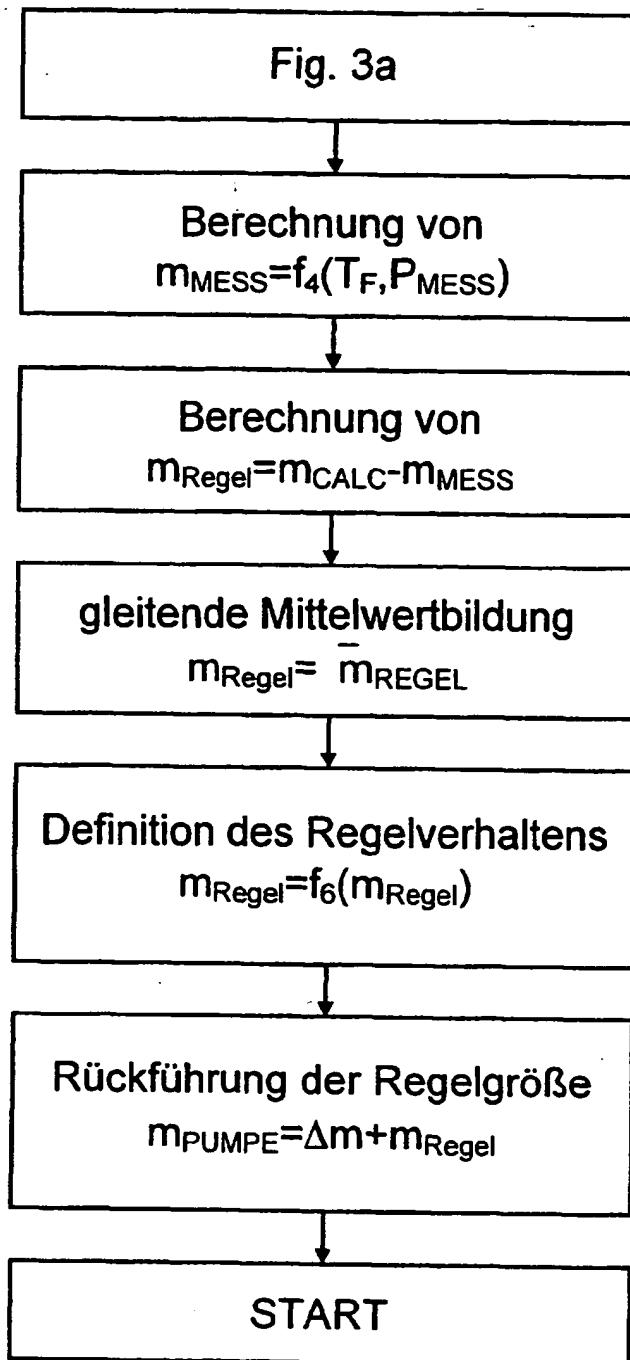


Fig. 3b